

Santeri Malmi

Tietomallipohjainen tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

18.6.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Santeri Malmi Tietomallipohjainen tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelma 28 sivua 18.6.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tapio Kallasjoki BIM-manager Jari Kainuvaara
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli käydä läpi infra-alan mallintamista InfraBIM työkalupaketin mukaisesti. Työn tarkoitus oli selvittää, mitä tällä hetkellä ja tulevaisuudessa pystytään mallintamaan rakennussuunnitelmavaiheista tie- ja katuvalaistuksesta sekä käsitellä sitä, miten InfraBIM työkalupaketti tukee mallintamista.</p> <p>Työssä käsitellään tietomallintamisen lisäksi tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelman sisältöä, yrityksen tapaa suunnitella, InfraBIM nimikkeistöä ja YIV-ohjeita. Työssä lisättiin myös dokumentit, jotka tilaaja tarvitsee pystyäkseen toteuttamaan toimivan tie- ja katuvalaistuksen.</p> <p>Työ tehtiin yhteistyössä Finnmap Infra Oy:n kanssa ja tarkoitus oli edistää yrityksen mallintamisen prosessia sekä kehittää omaa osaamista ja perehtyä tietomallintamiseen. Työssä esiteltiin myös lyhyesti pilottikohde, johon yritys ensimmäisen kerran teki mallinnetun valaistuksen rakennussuunnitelman ja käytiin läpi sen ongelmakohtia.</p> <p>Insinööritöissä löydettiin selkeitä ongelmakohtia InfraBIM-ohjeista ja ylipäättään mallintamisen kannalta. Yritys pystyy käyttämään työtä apuna ratkaistakseen mallintamisen ongelmia ja se toimii myös tietolähteenä muille tiemallinnuksesta kiinnostuneille.</p>	
Avainsanat	tietomallinnus, YIV-ohjeet, infraBIM-nimikkeistö, tievalaistus, objekti

Author Title	Santeri Malmi Street Lighting Modeling
Number of Pages Date	28 pages 18 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer Jari Kainuvaara, BIM-manager
<p>The subject of this study was street lighting modeling. Purpose was to clarify what is modeled and what should be modeled. Goal was also to familiarize with street lighting modeling and sort out how InfraBIM guide package supports it.</p> <p>Study was done in co-operation with Finnmap Infra Oy and purpose was to develop company's modeling process and enhance author's own skills. Thesis presents also a pilot project of street modeling, in which the company made street modeled lighting for the first time. Thesis deals briefly with problems of the pilot project.</p> <p>Thesis deals also the information of street lighting building plan, the company's way to design, InfraBIM-nomenclature and YIV-guides. Also documents that construction company needs to build a functional street lighting are listed.</p> <p>At thesis was discovered many problems of InfraBIM guides and modeling. Finnmap Infra Oy can use this information to deal the problems of street modeling and it gives a lot of information about modeling to people who are interested of it.</p>	
Keywords	information modeling, YIV-guides, infraBIM-nomenclature, street lighting, object

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelu	2
3	Tietomallinnus	5
3.1	Tietomallipohjaisen suunnitelman edut	5
3.2	Tietomallipohjainen hanke	6
4	Inframallintaminen	8
4.1	InfraBIM-nimikkeistö	9
4.2	YIV -mallinnusohjeet	11
4.3	Inframodel	15
5	Yrityksen ohjelmistot	16
6	Valaistuksen mallintamisen prosessi yrityksessä	17
6.1	Sijainti	17
6.2	Objekti	20
7	Mallintaminen tulevaisuudessa	22
8	Mallintamisen ongelmat	23
9	Pilottihanke	24
10	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

Lyhenteet

2D	2-dimensional. Kaksiulotteinen,
3D	3-dimensional. Kolmiulotteinen,
BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli,
bSF	BuildingSMART Finland. Tietomallintamisen yhteistyöfoorumi,
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus,
ETRS-GK	Paikallinen tasokoordinaatisto,
Formaatti	Tiedoston tallennusmuoto,
IM	LandXML:ään perustuva tiedonsiirtoformaatti,
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset,
LandXML	Kansainvälinen avoin tiedonsiirtoformaatti,
N2000	Valtakunnallinen korkeusjärjestelmä,
XML	Tekstin rakenteen merkintäkieli,
YIV	Yleiset inframallivaatimukset

1 Johdanto

Tietomallipohjainen suunnittelu on voimakkaasti lisääntymässä ja sen myötä infra- ja rakennusala ovat voimakkaan murroksen keskellä. Suurimmat tilaajat vaativat jatkossa perinteisen suunnittelun rinnalle tietomallipohjaisen suunnittelun ja tämän myötä yritykset joutuvat jatkuvasti kehittämään toimintatapojaan pysyäkseen mukana kilpailussa.

Insinööriyön tarkoitus on selvittää, mitä tällä hetkellä pystytään mallintamaan yleisten inframallivaatimusten mukaisesti ja mitä pitäisi pystyä mallintamaan tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelmavaiheessa. Työssä käsitellään myös tie- ja katuvalaistuksen mallintamisen tulevaisuutta ja selvitetään, miten inframallintamisen työkalupaketti tukee sitä.

Työ tehdään yhteistyössä Finnmap-Infra Oy:n kanssa, joka on yhdyskuntasuunnitteluun erikoistunut yritys. Työssä tarkastellaan yrityksen mallintamistapaa ja ohjelmistoja. Työssä esitellään myös lyhyesti pilottikohde, johon valaistuksen mallintaminen toteutettiin, ja käydään läpi sen ongelmakohtia. Tarkoitus on kehittää omaa osaamista ja edistää prosessia, jotta tulevaisuudessa pystytään mallintamaan rakennussuunnitelmavaiheinen tie- ja katuvalaistus vaatimusten mukaisesti.

2 Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelu

Tievalaistuksen omistaja Suomessa valta- ja kantateillä on valtio, joka on myös vastuussa tievalaistuksen hankinnasta. Valtion tienpitoviranomaisena toimii Liikennevirasto, joka hallinnoi paikallisia ELY-keskuksia. ELY-keskukset ovat velvollisia kehittämään ja ylläpitämään omien alueidensa tievalaistusta. Valta- ja kantateiden ulkopuolisten seutu- ja yhdysteiden sekä katujen valaistusta hallitsevat yleensä kunnat. [1.]

Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelu perustuu pitkälti liikenneviraston Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu-ohjeeseen, jota tuetaan muilla ohjeilla ja SFS-standardeilla. Katuvalaistussuunnitelmia tehtäessä noudatetaan myös kuntien omia ulkovalaistuksen suunnitteluohjeita ja tarveselvityksiä. Tie- ja katuvalaistuksen laadun varmistamiseksi liikennevirasto tekee tyyppitarkastuksia valaisimille ja niiden tulee täyttää Tien valaisimien laatuvaatimukset -ohjeen vaatimukset. Muita merkittäviä vaatimuksia ja ohjeistuksia valaistussuunnittelun kannalta ovat:

- hyväksytyt tievalaisimet
- tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset
- pylväiden ja jalustojen yhteensovitusaulukko
- markkinoilla olevia valaisinpylväitä
- infraRYL:n laatuvaatimusten soveltaminen tienpidossa
- valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset ja
- kuntien omat ulkovalaistuksen suunnitteluohjeet sekä tarveselvitykset. [2.]

Suunnitteluvaiheet

Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelu koostuu neljästä eri suunnitelmasta, jotka tukevat toisiaan ja jakautuvat aikajanallisesti eri vaiheisiin. Tässä luvussa käsitellään tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelmavaihetta, mutta käydään myös lyhyesti läpi muut suunnitelmat, jotta ymmärretään paremmin rakennussuunnitelman perusteita, lähtökoh- tia ja tavoitteita. Suunnitelmat jakautuvat seuraavasti:

- tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitys
- tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma
- tie- ja katusuunnitelman valaistustiedot
- tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelma. [2.]

Tie- ja katuvalaistuksen suunnittelu aloitetaan tarveselvityksellä, jolla pyritään esittämään kaupungin tai kunnan ulkovalaistuksen mahdolliset kehittämistarpeet, nykytilanne ja parannusehdotukset. Se palvelee lähtökohtaisesti ELY-keskusta, kuntaa, asukkaita ja toimii apuna suunnittelijoille mahdollisten kehitystarpeiden parissa. [2.]

Tie- ja katuvalaistuksen yleissuunnitelma sisältää pienemmän alueen suunnitelman, kuten kaupunginosan tai maantien valaistuksen, jotka vaativat tarkempaa tarkastelua kuin tarveselvityksessä. Yleissuunnitelmassa käydään läpi valaistuksen pääperiaatteet ja valaistuksen toteuttamismahdollisuus. Suunnitelmassa käydään läpi myös valaistuksen vaikutusta muihin tie- ja katurakenteisiin. Yleissuunnitelmaa ei tarvita, jos tarveselvitys on jo tehty. Jos tarveselvitystä ei ole toteutettu, tehdään yleissuunnitelmassa lyhyt tarkastelu tarveselvityksen periaatteiden mukaan. [2.]

Tie- ja katusuunnitelman valaistustiedot suunnitelmavaiheessa varmistetaan tievalaistuksen toteuttamismahdollisuus ja se tehdään normaalisti esimerkiksi maantien tiesuunnitelmavaiheessa tai kadun katusuunnitelmavaiheessa. Suunnitelmassa käydään läpi valaistuksen vaikutusta muihin tie- ja katurakenteisiin ja esitellään valaistusluokat, sekä uudet että nykyiset valaistavat tie- ja katuosat sekä alueet. Suunnitelmassa esitetään myös valaistuksen hoitokustannusten määrät, joita verrataan myöhemmin rakennussuunnitelmassa vastaaviin arvoihin. Koko suunnitelma ylipäätään toimii lähtökohtana rakennussuunnitelmavaiheeseen, jossa pyritään samoihin tavoitteisiin ja tuloksiin kuin tie- ja katusuunnitelman valaistustiedoissa. [2.]

Tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelma perustuu lähtökohtaisesti edellä mainittuihin suunnitelmiin ja sen tarkoitus on kuvata työn lopputulosta. Rakennussuunnitelma on tie- ja katuvalaistuksen suunnittelun tärkein vaihe ja sen pohjalta urakoitsijat tekevät tarjouspyynnöt ja hankinnat valaistuksen rakentamista varten. Valaistuksen rakennussuunnitelma käynnistetään lähtötietojen hankinnalla. Lähtötietojen sekä tie- ja katusuunnitelmien valaistustietojen avulla toteutetaan rakennussuunnitelman periaateratkaisut. Tämän jälkeen voidaan tehdä valaistusteknilliset laskennat, joiden arvoja ja kustannuksia vertaillaan tie- ja katusuunnitelman valaistustiedot kohdan laskentoihin. Näiden arvojen ja kustannusten perusteella voidaan valita lopulliset valaisimet ja aloittaa varsinainen suunnittelu. Jotta urakoitsija pystyy toteuttamaan toimivan tie- tai katuvalaistuksen, tälle tulee luovuttaa

- piirustusluettelo
- suunnitelmakartat

- tyyppipoikkileikkaukset
- pylväs- ja valaisinluettelo
- erikoisvalaistuksen suunnitelmat
- keskusten pää- ja piirikaaviot
- kuormitustaulukot
- ryhmitystaulukot
- suojaputkiluettelo ja
- määräluettelo. [2.]

Näistä suunnitelmista mallintamisen kannalta tärkeimpiä ovat suunnitelmakartat ja tyyppipoikkileikkaukset, sillä näiden suunnitelmien perusteella mallinnetaan visuaaliset 3D-objektit. Toki muutkin suunnitelmat ovat oleellisia, mutta käytännössä ne sisältävät vain tietoa, joka tulisi sisällyttää näihin 3D-objekteihin, pois lukien piirustusluettelo, keskusten pää- ja piirikaaviot sekä määräluettelo. Jokainen valaistuksen rakennussuunnitelma on erilainen, mutta suunnitelmakartoilla ja tyyppipoikkileikkauksissa tulisi vähintään esittää nämä objektit:

- valaisimet
- kaapelointi sekä johdotus
- maadoitukset
- valaistuskeskukset
- A-luokan suojaputket
- valaisinpylväät
- kaapelikaivo
- muuntamot
- varret ja
- jalustat. [2.]

On oleellista käydä nämä valaistusobjektit läpi, jotta ymmärretään mitä valaistuksen osalta tulevaisuudessa tulisi mallintaa. Tällä hetkellä YIV-ohjeet eivät edellytä kaikkien edellä mainittujen objektien mallintamista. Nykyisiä mallinnusvaatimuksia käsitellään myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

3 Tietomallinnus

Tietomallinnuksella tarkoitetaan jonkin tietyn kohteen kuten rakennuksen, tiealueen tai esimerkiksi tievalaistuksen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa, johon on kerätty prosessin koko elinkaaren aikaiset tiedot. Tietomallin tavallisin esitystapa on visuaalinen 3D-malli, joka koostuu eri suunnittelualojen malleista. Se on yhdistetty paketti, johon on kerätty eri rakenteista ja paikkatiedoista koostuvaa informaatiota. Tietomallintamiseen liittyy olennaisesti yhtenäisen koordinaatiston ja geometrian määrittäminen eri suunnitelmien välillä, jotta pystytään havainnollistamaan 3D-mallit ja erilaiset simulaatiotarpeet. [3.]

3.1 Tietomallipohjaisen suunnitelman edut

Perinteinen 2D-suunnittelu koostuu rakenteita esittävistä viivoista ja graafisista objekteista, jotka ihminen tulkitsee informaatioksi. Viivat ja objektit eivät itsessään sisällä tietoa, jonka takia esimerkiksi tievalaistuksen osalta tarvitaan pylväs- ja valaisinluettelot. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa kaikki tämä tieto voitaisiin sisäistää 3D-malliin. Tietomallipohjainen suunnittelu ei kuitenkaan poista pylväs- ja valaisinluettelon tarvetta, mutta yhtäläistä tietomallia käyttämällä yhden tiedon päivitys vaikuttaisi jokaiseen suunnitelmaan ja asiakirjaan. Perinteisessä suunnittelussa kaikki nämä mahdolliset päivitykset tulee erikseen korjata jokaiseen asiakirjaan, jolloin syntyy ns. turhaa työtä. Muita tietomallipohjaisen hankkeen etuja ovat mm.

- energia- ja elinkaarianalyysit suunnittelua ja ylläpitoa varten
- eri tekniikkalajien yhteensovitus
- suunnitelmien havainnollistaminen ja analysoiminen
- laadunvarmistus ja suunnitteluprosessin tehostaminen
- tiedonsiirron parantaminen
- hätätiepoistumissimuloinnit
- käyttö- ja huoltohenkilökunnan valmennus
- pelastusviranomaisten valmennus.

Tilaajan näkökulmasta suurin hyöty on visuaalinen 3D-malli, joka havainnollistaa hankkeen lopputuloksen. [4; 5.]

3.2 Tietomallipohjainen hanke

Tietomallipohjainen hanke koostuu eri tekniikkalajeista ja niiden suunnitelmista. Eri alojen suunnittelijat ovat vastuussa omista suunnitelmistaan ja niiden 3D-malleista. Suunnitelmista tehdään yksi yhteinen malli, jota kutsutaan yhdistelmämalliksi. Yhdistelmämallin perusteella on helpompi hahmottaa eri tekniikkalajien vuorovaikutukset ja suunnittelmaratkaisut toisiinsa nähden. Yhdistelmämallin koonti on yleensä tietomallikoordinaattorin vastuulla. Tietomallikoordinaattori on henkilö, joka on vastuussa projektin tietomallinnuksesta. Hänen tehtäviinsä kuuluu mm. ohjeistaa kaikille projektin osapuolille tietomallinnustehtävät, velvollisuudet ja vastualueet. [6.]



Kuva 1. Tietomallipohjaisen hankkeen rakenne. [6.]

Tietomallipohjainen projekti koostuu eri vaiheista, jotka on havainnollistettu kuvassa 1. Projekti aloitetaan hankkeen aikatauluttamisella ja eri osapuolten ohjeistuksella. Hankkeen eri osapuolilla tulee olla yhtenäinen käsitys mallinnusmenetelmistä ja mallinnuksen tarkkuustasosta. Kuten perinteisessä 2D-suunnittelussa, myös tietomallipohjaisessa suunnittelussa lähtötietojen hankinta on erityisen tärkeää. Valaistuksen osalta rakennus-suunnitelmavaiheessa oleellisia lähtötietoja ovat

- kartat, pituus- ja poikkileikkaukset
- liittymäpiirustukset
- kuivatussuunnitelma
- johtoja ja laitteita koskevat suunnitelmat
- liikenteenohjaussuunnitelma
- siltojen yleispiirustukset
- tunneleiden yleispiirustukset
- tiedot nykyisistä valaistuksista
- tiedot muuntamoista ja pienjänniteverkoista
- tiedot olemassa olevista johdoista ja kaapeleista sekä
- tiedot mahdollisista kaasuputkista ja rautateistä. [6.]

Lähtötiedot tallennetaan lähtötietokansioon ja ne kirjataan ylös lähtötietoaineistoluetteloon. Lähtötietoaineistoluettelo koostuu raaka-aineista ja lähtötietomallista, josta nähdään, milloin lähtötiedot ovat saatu ja milloin niitä on muokattu soveltuviksi lähtötietomalliin. Lähtötietojen muokkaamisella tarkoitetaan esimerkiksi 2D-aineiston mallintamista 3D-muotoon ja samalla sisällytetään siihen paikkatietoa ja dataa aineiston rakenteesta. Lähtötietojen pohjalta voidaan aloittaa varsinainen suunnittelu ja erialojen suunnitelmamalleista kootaan yhdistelmämalli, kuten jo aikaisemmin mainittiin. Tässä kohtaa hanketta laadunvalvonnan merkitys korostuu erityisen paljon, sillä mahdolliset rakenteiden törmäykset eri suunnitelmien välillä pystytään karsimaan tehokkaasti pois. Laadukas tietomallipohjainen hanke koostuu kattavasta suunnittelusta ja aineiston yhteensopivuudesta. [6.]

Tietomallipohjaisen projektin tärkein dokumentti on tietomalliselostus ja se tulee aina luovuttaa tilaajalle. Tietomalliselostuksessa kerrotaan yhdistelmämallin ja eri tekniikkalajien mallien sisältö ja niiden mahdolliset puutteet sekä poikkeamat. Selostuksessa tulee myös esittää mallinnuksessa käytetyt ohjelmistot ja niiden versiot, sekä yhdistelmä-

mallin osalta tulee ilmoittaa näiden lisäksi yhdistämistapa, formaatit ja mahdolliset puutteet sekä poikkeamat yhdistelmämallin ja osamallien välillä. Tietomalliselostuksessa tulee esittää vähintään seuraavat

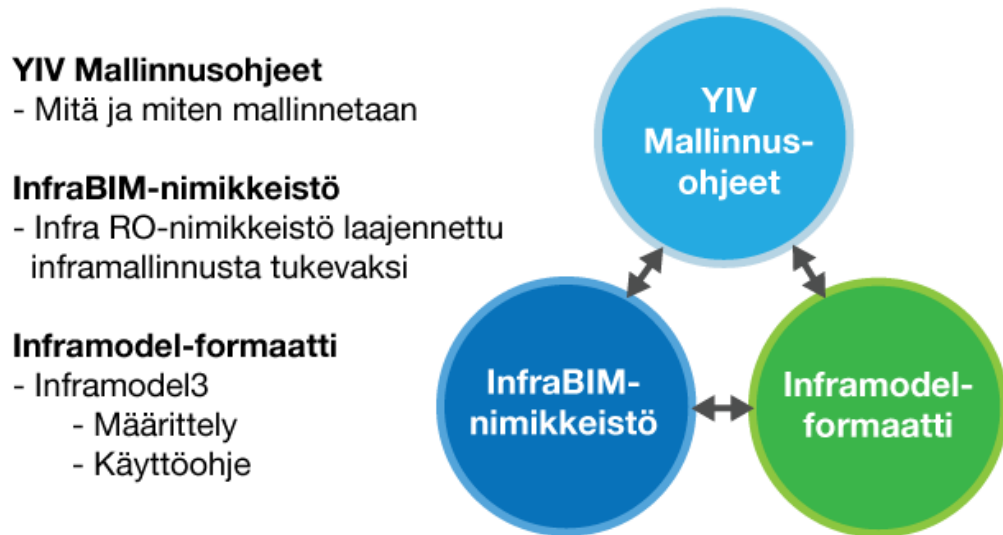
- kohde ja mallin käyttötarkoitus
- sisältyvät tekniikkalajien mallit ja niiden sisältö
- käytetty ohjelmisto ja sen versio sekä tiedostomuodot (osamallit, yhdistelmämalli)
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä
- osien nimeämis- ja numerointikäytännöt
- mahdolliset puutteet ja keskeneräisyydet mallissa suhteessa kyseisen vaiheen vaatimuksiin
- rakenteiden tarkkuus inframallissa verrattuna vaadittuun vaiheeseen
- tuotetut tiedostot
- laadunvarmistustoimenpiteet
- mallin tarkastus- ja hyväksymistiedot
- muut huomioitavat asiat [5.]

Tietomallipohjaisen hankkeen alussa sovitaan eri osapuolten kanssa, mitä aineistoa projektista luovutetaan ja millä tarkkuudella. Kuten jo aikaisemmin mainittiin, tärkein luovutettavista dokumenteista on tietomalliselostus ja tämän lisäksi suunnittelijoiden tulee luovuttaa kaikki suunnittelumallit tilaajalle sopimuksen mukaisesti. Ennen mallien luovuttamista niistä tulee poistaa kaikki turhat suunnittelulementit kuten apuviivatiedostot. Tämän lisäksi suunnitelmien tulee sisältää ainoastaan suunnittelijoiden omia mallinnuselementtejä. Tärkeintä on, että hankkeen alussa sovitaan luovutettavasta aineistosta ja hankkeen eri osapuolet tietävät, miten mallia tulee hyödyntää jatkossa. Valaistuksen osalta luovutettavaan aineistoon kuuluu siis valaistuksen osamalli ja jo edellä mainittu tietomalliselostus, joka kertoo osamallin sisällön. Näiden lisäksi valaistuksesta luovutetaan luvussa 2.2 esitetyt dokumentit. [5.]

4 Inframallintaminen

Talonrakennuspuolella mallintamisesta puhutaan yleensä englanninkielisellä lyhenteellä BIM (Building Information Model) ja tästä jalostettuna infrapuolella puhutaan inframallista, josta käytetään lyhennettä InfraBIM. Infra-alan tietomallinnus on koko ajan lisääntymässä ja sen seurauksena suuret infrahaltijat ovatkin sitoutuneet vuodesta 2014

eteenpäin tilaamaan vain tietomallipohjaisia palveluita. Onnistuneesti mallinnettu infra-hanke edellyttää, että hankkeen eri osapuolet ymmärtävät tiedon samalla tavalla ja noudattavat yhtäläistä ohjeistusta. Tämän takia inframallintamisesta on muodostettu ohjepaketti, mikä sisältää kolme eri ohjeistusta, jotka täydentävät toisiaan ja ovat esitetty kuvassa 2. [7; 8.]



Kuva 2. Inframallintamisen ohjepaketti. [18.]

4.1 InfraBIM-nimikkeistö

Onnistuneeseen rakennushankkeeseen vaaditaan järjestelmällinen ja yhdenmukainen käsitteistö, joka palvelee infrarakentamisen tiedonkulkua sekä mallintamista koko sen elinkaaren aikana. Samaa nimikkeistöä käyttämällä pyritään ehkäisemään väärinkäsityksiä sekä luomaan vahva pohja termien yhteisymmärrykselle. Nimikkeistö koostuu eri rakenteista, joista jokaiselle annetaan oma koodi ja nimi. Se on suunniteltu siten, että se palvelee jokaista rakennushankkeen vaihetta kuten suunnittelua, rakennuttamista ja tuotantoa. Nimikkeistöä ei muuteta suunnitelmien eri vaiheissa, vaan se pysyy koko ajan samana. Tässä opinnäytetyössä keskitytään InfraBIM-nimikkeistön osalta erityisesti valaistukseen ja siihen sisältyviin objekteihin. InfraBIM-nimikkeistö pohjautuu Infra-rakennusosanimikkeistöön, jota se pyrkii tehostamaan ja mukauttamaan enemmän tietomallipohjaiseen suunnitteluun. [9.]

Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät

331000	Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet
331100	Maakaapelirakenteet
331200	Ilmajohtorakenteet
331300	Maadoitukset
331900	Muut sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet
332000	Kaapeleiden putkien ja johtojen suojarakenteet
332100	Kaapelisuojausrakenteet
332200	Suojauselementit
332300	Kaapelikaivot
332900	Muut kaapeleihin liittyvät rakenteet
333000	Pylväs- ja tukirakenteet
333100	Pylväät
333200	Ilmajohtojen kannatinrakenteet
333300	Mastot
333400	Portaalit
333900	Muut kannatusrakenteet
334000	Muuntamot ja keskuskeskukset
334100	Sähkönjakelun muuntamot
334200	Sähkönjakelun erotinasemat
334300	Sähkönjakelun jakokaapit
334400	Sähkökeskukset
334900	Muut muuntamot ja keskuskeskukset
335000	Laitetilat, kojut ja kaapit
335100	Laitetilat ja kojut
335200	Kaapit
335900	Muut laitetilat, kojut ja kaapit
336000	Valaistusrakenteet
336100	Valaisinpylväät
336200	Valaisinvarret
336300	Valaisimet
336400	Lamput
336500	Sähkönjakolaitteet
336600	Valaistuksen keskuskeskukset
336900	Muut valaistusrakenteet
337000	Sähkö-, tele- ja konetekniset laitteet
337200	Sulkujen porttikoneistot
337300	Ilmapumppaamot
337400	Varavoimakoneet
337500	Apusähköjärjestelmät (UPS)
337600	Henkilö- ja tavarankuljetuslaitteet
337700	Erilliset järjestelmät
337900	Muut sähkö-, tele- ja konetekniset laitteet
338000	Eriyiset sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet
338100	Radan sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet
338200	Lentoliikenteen sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet
338300	Vesiliikenteen sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet

Kuva 3. InfraBIM-nimikkeistö sähkö-, tele- ja koneteknisten laitteiden osalta.

InfraBIM-nimikkeistöä tarkastelemalla huomataan, että se ei ole vielä täysin valmis kaikkien valaistusobjektien osalta, mutta verrattaessa YIV-ohjeisiin, se on hyvinkin kehitty-

nyt. Luvussa 2 esitettiin visuaalisen 3D-mallintamisen kannalta oleelliset valaistusobjektit. Näitä rakenteita ja nimikkeistöä vertailemalla huomataan muutamia puutteita, jotka mahdollisesti hankaloittavat mallintamista tulevaisuudessa. Valaistuksen tyyppipoikkeileikkauksissa ja ihanteellisesti mallinnetussa valaistuksen rakennussuunnitelmassa tulisi esittää valaisinpylväiden jalustat ja A-luokan suojaputket. Nimikkeistöä katsomalla huomataan, että jalustalle ja suojaputkille ei ole annettu omia nimikkeitä.

Nimikkeistössä on myös muutamia epäkohtia, jotka eivät ole ongelmia mallintamisen kannalta, mutta niihin tulisi tehdä selkeä linjaus. Nimikkeistöstä huomataan, että esimerkiksi valaisinpylväät ovat eroteltu muista pylväistä, kuten myös valaistuksen keskukset ovat erillään muista keskuksista. Tästä herääkin kysymys, miksei esimerkiksi valaistuksen kaapelointia ole mitenkään eroteltu muiden järjestelmien kaapeloinnista. Toki samoja nimikkeitä voidaan käyttää myös valaistuksen kaapeloinnin osalta, mutta tässä saattaa syntyä sekaannuksia eri järjestelmien välillä. Nimikkeistöä luettaessa voidaan päätellä, että ”336000 valaistusrakenteet” on yläluokka muille valaisinobjekteille, kuten ”336100 Pylväät” ja ”336200 Valaisinvarret,” koska kaikki tilaajat eivät välttämättä vaadi eri valaistuselementtien erottelua toisistaan. Tulisikin ilmoittaa selkeämmin nimikkeistössä esimerkiksi sisennyksien avulla, että tietyissä tapauksissa ”336000 valaistusrakenteet” toimii yläkäsitteenä muille valaistuselementeille.

4.2 YIV -mallinnusohjeet

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, tietomallinnuksen yleistyminen ja suurten tilaajien halu siirtyä tietomallipohjaisiin palveluihin, ovat toimineet lähtökohtana YIV-ohjeen (yleiset inframallivaatimukset) syntymiselle. Tarkoituksena oli tehdä selkeä ohje ja yhtenäiset pelisäännöt infra-alan mallinnuskäytännöistä hankkeiden eri osapuolille. Ohjeella pyritään myös kehittämään nykyisiä infra-alan mallinnuskäytäntöjä. YIV-ohjeen julkaisijana toimii bSF (buildingSMART Finland) ja viimeisin versio ohjeesta julkaistiin vuonna 2015. Ohjeita pyritään koko ajan kehittämään ohjelmistojen ja osaamisen kehittyessä. [7.]

Ohjeet yleisellä tasolla

Tietomallipohjaisen hankkeen tarjouspyynnössä on esitettävä vaatimukset lopputuotteelle, eli mitä mallinnetaan, miten mallinnetaan ja kuinka tarkkaan mallinnetaan. Mallinnuksessa on käytettävä tietomallinnusta tukevia formaatteja ja avoimia standardeja:

- Ohjelma pystyy hyödyntämään ja tuottamaan tietomallin avoimessa tietomallipohjaisessa formaatissa. Infrarakenteiden osalta avoin formaatti on Inframodel sisällön ja määrittelyn mukainen LandXML ja taitorakenteiden osalta IFC.
- Tietomalli ja sen lopputuotteet sekä tulosteet perustuvat Infra-nimikkeistöjärjestelmään. [5.]

Hankkeen eri suunnitelmien välillä tulee käyttää yhtenäistä ETRS-GK -koordinaatiostoa. Korkeusjärjestelmänä käytetään usein N2000:tta. Lähtötiedot tulee muuttaa haluttuun koordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään, sillä usein ne eivät näissä suoraan ole. Mitäyksikkönä suunnitelmissa käytetään metriä. [5.]

Ohjeet valaistuksen osalta

YIV--ohjeessa otetaan hyvin vähän kantaa siihen, mitä rakennussuunnitelma vaiheisesta valaistuksesta tulisi mallintaa.

3360 Valaistusrakenteet

Geometria:

- Sijainniksi annetaan valaisinpylvään tyven keskipiste (xyz), korkeustieto z annetaan jalustan yläpinnasta.

Ominaisuudet:

- Pylväsnumero
- Pylvään materiaali (Metalli, komposiitti, puu)

Kuva 4. Valaistuksen rakennussuunnitelman mallintamisen vaatimukset esitettynä YIV-ohjeessa osa 6 järjestelmät.

YIV-ohjeen ja kuvan 4 perusteella valaistuksen osalta rakennussuunnitelmavaiheessa tulee mallintaa vain valaisinpylväät. Kuvassa 4 esitetyllä ”3360 Valaistusrakenteet” otsikolla tarkoitetaan ilmeisesti tässä tapauksessa nimikkeistön mukaista ”336000 Valaistusrakenteet” nimikettä. Valaisinpylväille löytyy nimikkeistöstä oma ”336100 Valaisinpylväät” -nimike, joten miksi pylväät ovat YIV-ohjeissa sisällytetty valaistusrakenteisiin eivätkä valaistusrakenteet ole edes nimikkeistön mukaisesti nimetty. Tässä palataan taas

siihen, että kaikki tilaajat eivät välttämättä vaadi eri valaistusrakenteiden (pylväät, jalustat, valaisimet) erottelua toisistaan, mutta silti YIV-ohjeiden ja nimikkeistön tulisi olla enemmän yhtenevät.

Toisaalta YIV-ohjeen osassa 4 inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, johon kuvat 5 ja 6 viittaavat, otetaan kantaa siihen, mitä valaistuksesta tie- ja katusuunnitelmavaiheissa tulisi mallintaa ja ohjeissa ilmaistaan myös, että kyseisiä vaatimuksia tulee käyttää myöhemmissä suunnitelmavaiheissa. [10.]

LIITE 1 – RAKENNUSOSAKOHTAINEN MALLINNUSOHJEISTUS (RO 1000-3000)

Tarkkuustasot

Mallinnustaso	Mallinnustarkkuus
0	Lähtökohtaisesti ei mallinneta. Voidaan sopia hankekohtaisesti.
1	Mallinnetaan osan ulkopinnat. Ei vaadita tilavuusominaisuuksia, 2D-pinta, aluerajaus tai taiteviiva riittää.
2	Mallinnetaan osat 3-uloitteisina kappaleina, pintoina tai taiteviivoina. Malli toimii määrälaskennan perusteena, mutta tarkentuu jatkosuunnittelussa. Objektien ominaisuuksista kerrotaan vain ko. suunnitteluvaiheessa olennaiset asiat.
3	Mallinnetaan osat kokonaisuudessaan. Täydellinen kuvaus rakenteesta. (Tarvittavat ominaisuuksiedot on kerrottu mallinnusohjeiden osissa 5-7)
H	Mallinnus ja sen tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti

Kuva 5. YIV-ohjeen osassa ” 4 inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa” määritellyt mallinnustasot, joissa määritetään objektien mallinnustarkkuus.

3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät			Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Väylä-suunnittelu
3310		Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet	0	1	2
3320		Kaapeleiden putkien ja johtojen suojarakenteet	0	0	1
3330		Pylväs- ja tukirakenteet			
	3331	Pylväät	0	0	1
	3332	Ilmajohtojen kannatinrakenteet	0	0	1
	3333	Mastot	H	H	0
	3334	Portaalit	0	0	1
	3339	Muut kannatusrakenteet	H	H	H
3340		Muuntamot ja keskukset	?	?	?
3350		Laitetilat, kojut ja kaapit	?	?	?
3360		Valaistusrakenteet	0	1	2
3370		Sähkö-, tele- ja konetekniset laitteet			

Kuva 6. YIV-ohjeen osassa ” 4 inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa” määritellyt mallinnustarkkuudet sähkö-, tele ja koneteknisille järjestelmille. [10.]

YIV-ohjeen sekä kuvien 5 ja 6 perusteella aiemmissa suunnitelmavaiheissa ei tarvitse esittää käytännössä muita valaistusobjekteja kuin tiesuunnitelman valaistutiedot suunnitelmakartassa valaistuskeskukset. Nämä valaistuskeskukset tulisi siis YIV-ohjeen mukaan esittää myös rakennussuunnitelmassa 3D-objekteina, mutta niihin ei käytännössä tarvitse sisällyttää tietoa. Keskuksen materiaali ja muut tiedot voitaisiin näin ollen ilmaista esimerkiksi tietomalliselostuksessa. [10.]

YIV-ohjeesta löytyy myös paljon suosituksia tulevaisuuden mallintamisesta ohjelmistojen kehittyessä.

Tiedonsiirtoformaattien kehittyessä, voidaan talletettaviin ominaisuuksiin lisätä mm.

- Pylväsdimensiotunnus, jossa esitetään pylvään asennuskorkeus (m tai dm), varren tyyppi, varren pituus (dm), pylvään käyttöolosuhteet, esim. 10MP15E tai 103P15

Varren tyyppi:

- P Yksivartinen
- T Kaksivartinen
- S Suora varreton

Käyttöolosuhteet:

- E Erityisen tuulinen
- L Valaisin yli 20 kg tai tuulipinta-ala yli 0,2 m²
- K kaksi tai useampia kytkentäaukkoja
- N Ei erityisvaatimuksia
- U tai merkki puuttuu, tällöin E, L tai K tunnusta ei ole eritelty

– Törmäysturvallisuustunnus, esim. HE70, jossa:

- HE Vaaditaan törmäysturvallinen energiaa vaimentava HE
- NE Vaaditaan törmäysturvallinen, joka ei saa olla HE
- TU Vaaditaan törmäysturvallinen
- JÄ Jäykkäkin kelpaa (myös törmäysturvallinen käy)
- 70 Törmäysturvallisuuden nopeusluokka 70 tai 100 kelpaa
- 100 Törmäysturvallisuuden nopeusluokka 100

- Valaisinvarren tyyppi
- Valaisinkoukun tyyppi
- Valaisimen (lampun) tyyppi
- Suunta
- Jalustan DL₃-mitta
- Jalustan säätövara
- Pylvään törmäyskestävyysluokka
- Pylvään tyven halkaisija
- Pylvään kuormituskestävyysluokka (, jos ei ole standardin SFS2662:1985, lk.2 mukainen.)
- Kytkentäkalusteet ja johdot
- Kytkentäaukkojen lukumäärä
- Kunnossapito-ohjelma
- Pylvään kiinnitystapa jalustaan
- Valaisinpylväässä olevat laitteet; liikennemerkkit, liikennevalot ym.
- Ilmajohto / kaapelointi
- Valaisimen tyyppi
- Valaisimen valonjako
- Omistaja
- Linjasidonta

Kuva 7. Suosituksia valaistuksen mallintamiselle tulevaisuudessa. [10.]

Suosittelun lista on pitkä, ja kaikki ovat oleellista tietoa valaistuksen kannalta, joten tässä kohtaa tiedonsiirtoformaattien kehittymiseltä vaaditaan nopeaa aikataulua. Näiden kehityksessä tulee myös ohjeiden mukautua enemmän InfraBIM-nimikkeistön kaltaiseksi ja objektit tulisi esittää omina nimikkeinään. [10.]

4.3 Inframodel

Tällä hetkellä tietomallit koostuvat monista eri formaateista, sillä suunnitteluyritykset käyttävät eri ohjelmistoja suunnittelussa ja suunnittelun tukena käytetään myös erinäisiä

Word- ja Excel tiedostoja. Tietomallit tulisi luovuttaa koneluettavassa muodossa ja avoimessa tiedonsiirtoformaattissa, jotta eri suunnitteluohjelmistot pystyisivät käsittelemään tietoa. Koneluettavalla muodolla tarkoitetaan useasti XML-pohjaista formaattia ja avoimella formaatilla tarkoitetaan yleisesti formaattia, jonka lukemiseen ei tarvita maksullisia ohjelmia. [4; 11.]

Inframallintamisen ohjepaketti vaatii käyttämään Inframodel:ia, joka on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva avoin tiedonsiirtoformaatti. LandXML-standardin ideana on, että aineistoa pystytään lukemaan ja muokkaamaan helposti vanhemmillakin ohjelmistoversioilla ja tieto esitetään niin, että ihminenkin pystyy ymmärtämään sitä. Inframodel (IM) on kotimainen tiedonsiirtoformaatti, jota käytetään kaikissa uusissa hankkeissa ja suunnitelmissa. Tällä hetkellä inframodelista on käytössä versio IM4, joka tuli käyttöön 1.2.2018 ja tätä ennen käytössä oli IM3. IM4 laajensi aikaisempaa versiota kattamaan laajemman osa-alueen infrasuunnittelusta. [12; 13.]

5 Yrityksen ohjelmistot

Valaistuksen mallintaminen Finnmap Infra Oy:ssa toteutetaan käytännössä kokonaan MicroStation PowerCivil-ohjelmistolla ja tiedostoja tarkastellaan itselleluovutusvaiheessa esimerkiksi 3D-Win -ohjelmiston avulla, joihin kuvat 8 ja 9 viittaavat. MicroStation on tietokoneavusteiseen suunnitteluun ohjelmistoja tarjoava yritys, jonka ylläpitäjänä ja kehittäjänä toimii Bentley Systems.



Kuva 8. MicroStation logo.

MicroStationin suurimpia käyttäjiä Suomessa ovat Helsingin kaupungin rakennusvirasto, kiinteistövirasto ja eri kuntien tekniset laitokset. Ohjelmistopääte MicroStationilla on DGN eli DesiGN file, mutta ohjelmisto tukee myös muita yleisiä Suomessa käytössä olevia tiedostopäätteitä kuten esimerkiksi dwg:tä. Ohjelmisto soveltuu ainoastaan Microsoft Windows -käyttöjärjestelmälle. [14.]

3D-Win on ohjelmisto, jolla pystytään tuottamaan ja tarkastelemaan maastomittaustietoja. Ohjelmisto on kotimaisen yrityksen 3D-system Oy:n kehittämä, joka tuottaa eri ohjelmistoja maanmittausalalle. Kuten jo aikaisemmin mainittiin, Finnmap Infra Oy käyttää 3D-Win:iä omien tiedostojen tarkasteluun, sillä ohjelmisto pystyy lukemaan useita päällekkäisiä vektori- ja rasterikuvia sekä ohjelma tukee useita eri tiedostoformaatteja. [15.]



Kuva 9. 3D-system Oy yrityksen logo.

3D-Win ohjelmisto on useasti käytössä esimerkiksi kaivinkonekuljettajilla maanrakennustyömailla. Kaivinkonekuljettajat käyttävät ohjelmaa kaivinkoneen koneohjaukseen, joka perustuu satelliittipaikannusjärjestelmään. Koneohjauksen avulla saadaan merkittäviä etuja urakoinnissa, joista oleellisimpia ovat mm. työmaalla työskentely ilman maastomerkintöjä. Valaistuksen ja tietomallin näkökulmasta ajateltuna kaivinkonekuljettajat säästyvät turhalta kaivuutyöltä, sillä maahan upotettavien jalustojen tarkat koordinaatit (x,y,z) saadaan ohjelmiston avulla selville ja näkyviin suoraan työmaalle. [16.]

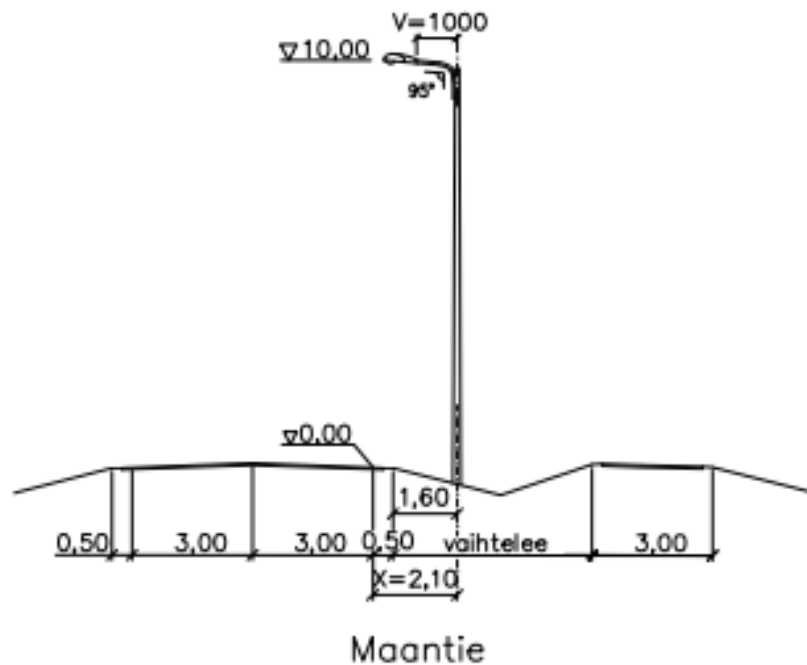
6 Valaistuksen mallintamisen prosessi yrityksessä

Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi mallintamisen prosessi yrityksessä. Tarkoitus on käydä läpi perusajatus mallintamisesta tämän hetken vaatimusten mukaisesti alusta loppuun.

6.1 Sijainti

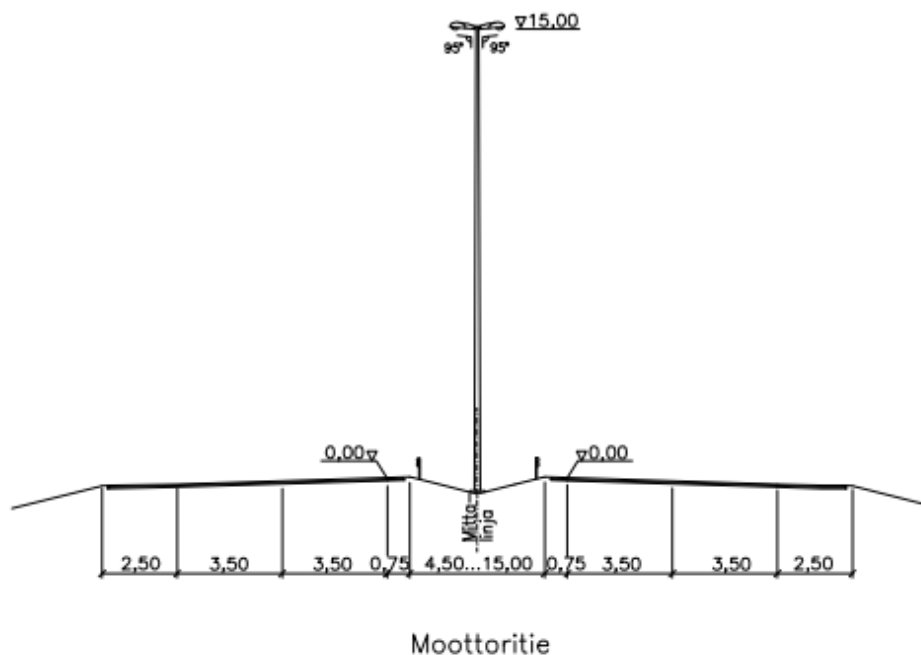
Kuten jo aikaisemmin mainittiin, yrityksen mallintaminen perustuu pitkälti Microstation PowerCivil-ohjelmistoon. YIV-vaatimusten mukaan valaistusrakenteista tuli mallintaa

vain valaisinpylväät. Pylväät tulee mallintaa suunnitelmakartoille niin, että pylvään tyven keskipiste (x,y,z) on valaisinpylvään sijainti. X- ja y-tiedot riippuvat käytännössä siitä, missä koordinaatistossa työskennellään ja siitä, miten pylväät halutaan asettaa tien reunan suhteen.



Kuva 10. Tyyppipoikkileikkaus maantiestä esimerkkinä.

Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu ohjeessa määritellään yleisin pylvään sijoitustapa tie- ja katuvalaistussuunnitelmissa, joka on havainnollistettu esimerkiksi kuvassa 10. Ohjeista voidaan lukea, että pylväät sijoitetaan suositusten mukaisesti normaalisti 1,6 metrin päähän pientareen reunasta. 1,6 metriä on siis vain suositus ja pylväs saa olla lähempänäkin pientareen reunaan, mutta ei kuitenkaan alle 0,5 metrin päässä. Valaistuksen suunnitelmakartoissa esitetään aina tien reunaviivat, mutta pientareen reuna ei tavallisesti ole esitetty, joten käytännössä valaistussuunnittelijan tulee itse selvittää tiesuunnittelijalta tai poikkileikkauksista pientareen leveys. Suomessa normaalisti pientareen leveys vaihtelee 0,5 m:n ja 3,0 m:n välillä. [2; 17.]



Kuva 11. Tyypipoikkileikkaus moottoritiestä esimerkkinä.

Jos tie- tai katu on esimerkiksi kaksikaistainen ja keskialueella varustettu, niin valaisinpylväät on mahdollista ja suositeltavaa sijoittaa myös keskialueen keskelle niin kuin kuvassa 11 on esitetty. Tässäkään tapauksessa pylvään keskipiste ei saa olla alle 0,5 metrin päässä keskialueen reunaviivoista. Jos on mahdollista, niin usein käytetään valaisinpylväiden sijoitusta keskialueelle ja se onkin toiseksi yleisin käytäntö tie- ja katuvalaistuksen suunnittelussa. Olosuhteiden pakosta normaalisti käytetään yksipuolista sijoitusta. [2.]

Jalustat tulevat tyypillisesti 0,1 metrin korkeuteen maanpinnasta, joten tästä päätellään, että valaisinpylvään tyven keskikohta on käytännössä aina 0,1 metrin korkeudella maanpintaan nähden x- ja y-koordinaatistossa. Tällöin pylvään sijaintipiste esitetään +0,1 metriä maanpinnan korkeudesta. Tiivistettynä pylvään sijainti x,y-suhteessa määritellään halutulla etäisyydellä reunaviivasta ja sijainti z esitetään maanpinnan avulla.

6.2 Objekti

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa perusajatuksena on suunnittelu 2D-muodossa, jolloin suunnitteluohjelma muodostaa itse määritellyt visuaaliset 3D-objektit oikeisiin korkeisiin ja sijainteihin. Pylvään sijainnin perusteella suunnitelmakarttaan voidaan sijoittaa haluttuun pisteeseen 2D-objekti.

VALAISIMET JA VALONLÄHTEET

Suurpainenatrium

	S-600
	S-400
	S-250
	S-150
	S-100
	S-70
	S-50

Monimetalli

	M-400
	M-250
	M-150
	M-100
	M-70
	M-50
	M-35

Induktio

	QL-165
	QL-85
	QL-55
	Suurpainenatrium korvaava
	Monimetalli korvaava
	LED
	Muu valaisin (mm. loisteputki, halogeeni jne.)

Elohopea

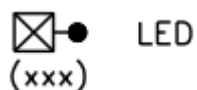
	QE-400
	QE-250
	QE-125
	QE-80
	QE-50

VALONHEITTIMET JA VALONLÄHTEET

	Suurpainenatrium (S-150)
	Monimetalli (M-250)
	LED, 29W

Kuva 12. Tyypillisimpiä 2D-valaistusobjekteja.

Kuvassa 12 on esitetty yleisimpiä 2D-objekteja, joissa on määritelty valaisinpylväs ja valaisinmalli. 2D-objekteissa pystytään esittämään pylväsnumero ja pylvään tyyppi, eli onko se esimerkiksi puupylväs vai metallipylväs.



Kuva 13. LED-valaisimen ja metallipylvään 2D-objekti.

Kuvassa 13 on esitetty varrellinen LED-valaisin, jonka pylväsmalli on metallipylväs. Kuvan musta pallo kertoo valaisinpylvään x,y,z sijainnin suunnitelmakartalla sekä pylvään materiaalin (täytetty = metallinen ja ontto = puinen). Muovipylväät rinnastetaan metallipylväisiin 2D-esitystavassa. LED-teksti kertoo luonnollisesti pylvään valaisintyyppin, mutta tämä voitaisiin päätellä myös piirrosmerkistä. X neliön sisällä kuvastaa LED-valaisinta ja esimerkiksi X ympyrän sisällä suurpainenaatrium-valaisinta. Viiva neliön ja pisteen välillä kertoo, että pylvästyyppi sisältää myös valaisinvarren.

Tämä haluttu 2D-objekti asetetaan suunnitelmakartalla haluttuun pisteeseen eli siihen, mikä on pylvään x,y-sijainti ja näin saadaan automaattisesti visuaalinen 3D-objekti valaistuksen 3D-malliin. Valaisinpylvään sijainti haluttuun z-korkoon pystytään määrittämään PowerCivil ohjelmiston omilla aputyökaluilla. 2D-objektista ei suoraan saa tietää pylvään tarkkaa materiaalia, mutta vaaditut tiedot pystytään myös sisällyttämään 2D-objektin tietoihin. Tällä hetkellä karttaa luettaessa 2D-objektista pystytään vain päättelemään, onko pylväs metallinen vai puinen.

Koska tie- ja katuvalaistuksen osalta tietomallipohjaisessa suunnittelussa tulee määrittää vain pylvään sijainti ja materiaali niin kuin aikaisemmin esitettiin, voidaan näin ollen tästä tiedostosta ottaa xml-tieto ulos. PowerCivil ei anna tietoja suoraan IM3 muodossa vaan ne täytyy ensimmäiseksi syöttää Excel-pohjaiseen jäseniin tiedostoon. Jäseniin on tietokoneohjelma, jonka avulla voidaan tarkastaa annettujen tietojen ohjelmointikielen kelvollisuus. Yrityksen Excel-jäseniin on vanhemman suunnittelijan tekemä, ja sen avulla saatu data muokkautuu IM3 luettavaan muotoon. Jäsentimen kautta käännetty tieto voidaan syöttää internet-pohjaiseen Infrakit-ohjelmaan, joka kertoo, onko suunniteltu aineisto riittävän tarkkaa läpäistäkseen IM3-vaatimukset.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!-- Roads product name="Bentley Civil" productVersion="08.11.09.xx" linearUnits="Metric" angularUnits="Degrees" isInternationalFoot="false" commandName="Station Offset Elevation Feature Report" -->
<!-- GeometryProject name="Model" file="L:\50540 Ilmatie\3 Suun\IGN\70228_valaistus.dgn" lastRevisedDate="12.15.2016 17:34:20" -->
<!-- HorizontalAlignment name="Ilmatie" -->
<OffsetPoint PointName="101" FeatureName="336000" offset="-3.691799767" internalStation="9.999999999" externalStation="10.000000000" externalStationName="" north="6674262.155865430" easting="25477241.603005900" elevation="8.635006672" />
<OffsetPoint PointName="102" FeatureName="336000" offset="-3.499999709" internalStation="47.999999999" externalStation="48.000000000" externalStationName="" north="6674224.448988610" easting="25477246.317688100" elevation="8.076009980" />
<OffsetPoint PointName="103" FeatureName="336000" offset="-3.499999940" internalStation="84.999999997" externalStation="85.000000000" externalStationName="" north="6674189.746718350" easting="25477253.600939200" elevation="7.337094578" />
<OffsetPoint PointName="104" FeatureName="336000" offset="-3.500000209" internalStation="122.999999997" externalStation="123.000000000" externalStationName="" north="6674156.267599720" easting="25477271.577274100" elevation="6.604563546" />
<OffsetPoint PointName="105" FeatureName="336000" offset="-3.499451499" internalStation="160.998660223" externalStation="160.998660000" externalStationName="" north="6674120.739474940" easting="25477286.261851800" elevation="6.679915862" />
<OffsetPoint PointName="106" FeatureName="336000" offset="-3.500362698" internalStation="199.053065094" externalStation="199.053065000" externalStationName="" north="6674084.984579360" easting="25477299.289713200" elevation="7.481677690" />
<OffsetPoint PointName="107" FeatureName="336000" offset="-3.500090320" internalStation="236.000000003" externalStation="236.000000000" externalStationName="" north="6674050.269836690" easting="25477311.937347000" elevation="6.420069885" />
</HorizontalAlignment>
</GeometryProject>
</InRoads>
```

Kuva 14. Pilottikohteen valaistuksen XML-tiedot.

Kuvassa 14 on esitetty pilottikohteesta tulostetut XML-tiedot. Tietojen ongelmana oli se, etteivät ne menneet läpi infrabim-tarkistusohjelmasta. Infrabim-tarkistusohjelma on infrakartat-ohjelman edeltäjä, ja luvussa 9 perehdytään enemmän pilottikohteen mallintamisen ongelmiin.

7 Mallintaminen tulevaisuudessa

Edellä esitettiin kaikki objektit, jotka kohteesta riippumatta valaistuksen suunnitelmakartoilla tulisi esittää ja näin ollen myös tulevaisuudessa mallintaa. Objektit jakautuivat seuraavasti:

- valaisimet
- kaapelointi sekä johdotus
- maadoitukset
- valaistuskeskukset
- A-luokan suojaputket
- valaisinpylväät
- kaapelikaivot
- muuntamot
- varret ja
- jalustat.

Yrityksen ohjelmistoja ja mallintamistapoja käyttäen näistä valaistusobjekteista pystytään käytännössä suurin osa mallintamaan visuaalisiksi 3D-objekteiksi. Ongelmakohtia ja kysymyksiäkin herää, sillä vaikka esim. maadoitukset tulee esittää 2D-suunnitelmakartoilla, onko niitä järkeä käytännössä mallintaa. Maadoitukset asetetaan tyypillisesti kaapelikaivannon pohjalle ja näin ollen niiden tilavarausta ei tarvitse huomioida, koska maadoituksen sijainti ei ole oleellinen toimivuuden kannalta.

A-luokan suojaputket tulee aina ELY:n kohteissa esittää tien alituskohdissa. Vaikka suojaputket tulee esittää vain tien alituskohdissa, niin todellisesti kaikki kaapelit suojataan suojaputkin. Tästä herääkin kysymys, että lähdetäänkö suojaputkia mallintamaan vain tien alituskohdissa vai koko kaapelin matkalta. Yritys pystyy mallintamaan suojaputket 3D-objekteiksi, mutta käytännössä mallintamisen kannalta ne tulisi esittää kaapelin koko

matkalta, sillä mallintaminen perustuu 2D-suunnitteluun, josta visuaaliset 3D-objektit tulevat automaattisesti suunnitelmamalliin. Huomioitavaa on myös se, ettei suojaputkilla ole omaa InfraBIM-nimikkeistöä, vaan ne tulisi sijoittaa nimikkeeseen ”3321 Kaapelisuojausrakenteet” alle.

YIV-ohjeiden mukaan valaistuksen rakennussuunnitelmavaiheesta tulee tällä hetkellä mallintaa vain pylväät sekä niiden sijainti ja tähän yrityksessä pystytään. Halutuista pylväistä voidaan tehdä myös Cell-objektit eli luodaan 2D-objektille sitä vastaava 3D-objekti. Pylvään 3D-objektia luodessa siihen voidaan samalla luoda valaisinvarsi, jalusta ja valaisin. Pylväiden välille voidaan myös mallintaa valaisimen kaapelointia vastaava haluttu viiva ja tälle voidaan määritellä oma taso, eli käytännössä, onko se maakaapeli vai ilmajohto. Valaistuskusten, muuntajien ja kaapelikaivojen mallintaminen voidaan myös toteuttaa samalla periaatteella.

8 Mallintamisen ongelmat

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, yrityksessä pystytään mallintamaan YIV-ohjeiden määrittämät valaistusobjektit. Vaatimusten mukaan valaistuspylväät tulee mallintaa (x,y,z) sijaintiin ja pylvään materiaali tulee käydä objektista ilmi. Tähän yritys pystyy, mutta ongelmaksi on muodostunut pylväistä tulostetut XML-tiedot, jotka eivät mene Infrakit-ohjelmasta läpi eivätkä näin ollen täytä IM3-vaatimuksia. Syytä tähän ei ole vielä löydetty, koska Infrakit-ohjelma määrittää vai sen, täyttävätkö tiedot vaatimukset. Ohjelmisto ei kerro tietojen mahdollisia puutteita tai virheitä .

Ongelmia ovat myös mm. se, että vaikka valaistuksen mallintaminen pystytään toteuttamaan YIV-ohjeiden mukaisesti, se ei silti juurikaan edistä suunnitteluprosessia. 2D-suunnittelua tehdessä valaisinpylväät pystytään määrittämään oikeille sijainneilleen helposti, mutta esimerkiksi valaisimen suunta tien reunaviivan nähden tulee aina käytännössä kääntää käsin ja sama ongelma esiintyy 3D-objekteissa. Valaisimet suunnitellaan tyypillisesti siten, että valaisimen varsi on 90 asteen kulmassa tien reunaviivaan nähden x,y-suunnassa katsottuna. Ongelmana on myös se, että valaisinpylväät tulee yksitellen sijoitella apuviivojen avulla oikeisiin sijainteihinsa. Näiden ongelmien perusteella voidaan päätellä, että tietomallipohjainen suunnittelu ei vielä edistä suunnitelmien tekoa, vaan se mielletään helposti ylimääräisenä pahana.

Mallinnuksessa ongelmana on myös se, että tulevaisuudessa visuaalisiin 3D-objekteihin tulisi linkittää mahdollisimman paljon tietoa esim. valaisinpylväiden ominaisuuksista ja rakenteista, niin kuin aikaisemmin mainittiin. Tällä hetkellä PowerCivil-suunnitteluohjelmistosta ei ole niin paljon tietoa, että tiedettäisiin, riittääkö sen kapasiteetti tulevaisuuden mallintamiseen. Yksi suurimmista ongelmista tulevaisuuden kannalta on myös se, että esim. pylväs- ja jalustaluetteloa ei pystytä linkittämään valaistuksen osamalliin. Linkityksen idea oli se, että kun suunnitelmätiedostossa tehdään muutoksia esim. pylväiden numerointiin, niin tiedot päivittyisivät automaattisesti pylväs- ja jalustaluetteloon.

Vaikka ongelmia valaistuksen mallintamisen osalta löytyy monia, tämä ei kuitenkaan poissulje sitä, että PowerCivil-ohjelmistolla ei näitä kaikkia ongelmakohtia pystyttäisi ratkaisemaan. Käytännössä ongelmat on listattu omien havaintojen perusteella ja ohjelmiston työkaluja käytiin yrityksen eri henkilöiden kanssa läpi. Tästä herääkin kehitysehdotus, että yritys voisi ottaa osaa enemmän mahdollisiin PowerCivil-ohjelmiston koulutuksiin.

9 Pilottihanke

Pilottihankkeen toimeksianto perustui Espoon kaupungin ja Finnmap Infra Oy:n väliseen kumppanuussopimukseen. Toimeksiannon kohteena oli suunnitella Iltamatie-niminen uusi katu sekä tämän poikkikatu Hindsinkuja. Suunnitteluala sijoittui Kurtinmäen nykyisen pientaloalueen reunaan ja kaduista tuli uusia tonttikatuja, jotka mahdollistivat alueen täydennysrakentamisen. Yritys toteutti kyseiselle alueelle

- katusuunnittelun
- valaistussuunnittelun
- vesihuoltoverkon täydennykset
- pohjanrakennussuunnitelmat
- ympäristösuunnitelmat
- johtosiirtojen suunnitelmat.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Iltamatien katuvalaistuksen mallintamista, jossa mallintamisen vaatimuksena oli IM3. Kohde on tällä hetkellä jo rakennettu ja valmistunut kokonaisuudessaan.

Kohteen valaistus- ja sähkösuunnitelma toteutettiin yrityksen valaistussuunnittelijan toimesta, joka teki myös 2D-suunnitelmien perusteella valaistuksen osamalliin vaatimusten mukaiset visuaaliset 3D-objektit. YIV-ohjeiden mukaiset valaistuspylväiden (x,y,z) koordinaatit saatiin määritettyä ja käytännössä jo valaisinpylvään 2D-objektista käy ilmi pylväsnumero ja se, onko valaisin materiaaliltaan puuta vai metallia. Ongelmaksi hankkeessa muodostui jo edellisessä luvussa mainittu XML-tiedostojen läpikäynti Infrakit-ohjelmistolla. Ohjelmiston tulosten perusteella XML-tietojen tarkkuus ei mennyt IM3-vaatimuksista läpi. Tähän ongelmaan ei ole vielä ratkaisua ja tämä opinnäytetyö toimii hyvin pohjana henkilölle, joka tulevaisuudessa lähtee tätä ja ylipäättään mallintamisen ongelmia ratkomaan.

10 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä selvitys tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelman tietomallinnuksesta InfraBIM-ohjeiden mukaisesti. Työssä käsiteltiin mallintamisen tämän hetken vaatimuksia tie- ja katuvalaistuksen rakennussuunnitelman osalta ja sitä, miten InfraBIM-nimikkeistö tukee ohjeita. YIV-ohjeiden ja nimikkeistön on tarkoitus tukea toisiaan ja työssä käytiin läpi näiden ratkaisevia eroavaisuuksia tämän hetken ja tulevaisuuden mallintamisen kannalta.

Työssä käytiin läpi myös yrityksen mallintamistapoja ja sitä, mitä tällä hetkellä pystytään mallintamaan. Ongelmia yleisesti mallintamisen kannalta löydettiin useita ja nämä toimivat kehitysehdotuksina yritykselle ja muille tietomallinnuksesta kiinnostuneille henkilöille.

Tällä hetkellä tietomallintamista pidetään ns. turhana lisätyönä suunnittelijoille, sillä tietomallintaminen on käsitteenä vielä uusi koko rakennus- ja infra-alalla. Mitä enemmän yritykset harjoittavat tietomallintamista, sitä paremmin tietomallintaminen jalkautuu jokapäiväiseen suunnittelutyöhön, jolloin tulevaisuuden suunnittelutyö nopeutuu entisestään.

Opinnäytetyössä onnistuttiin hyvin, sillä siinä löydettiin selkeitä ongelmakohtia InfraBIM-ohjepaketista ja ylipäättään mallintamisesta. Näistä ongelmista muodostettiin kehitysehdotuksia yritykselle ja InfraBIM-työkalupaketista vastaaville henkilöille. Työn tarkoitus oli edistää mallintamisen prosessia yrityksessä ja kehittää omaa osaamista tietomallintamisen kannalta. Tässä onnistuttiin hyvin, sillä opinnäytetyön tekijä sai paljon uutta tietoa tietomallinnuksesta ja sen tämän hetken haasteista.

Lähteet

- 1 Tievalaistuksen toimilinjat 2006. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/1000105-v-06tievtoimlinj.pdf> Luettu 5.2.2018.
- 2 Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 2015. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf Luettu 6.2.2018.
- 3 Tietomallintaminen 2018. Verkkoaineisto. Optiplan. http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/ Luettu 19.2.2018.
- 4 Tietomalli 2017. Verkkoaineisto. Wikipedia. https://fi.wikipedia.org/wiki/Rakennuksen_tietomalli Luettu 19.2.2018.
- 5 Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 – Osa 2 Yleiset mallinnusvaatimukset 2015. Verkkoaineisto. bSF. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf Luettu 19.2.2018.
- 6 Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 – Osa 1 Tietomallipohjainen hanke 2015. Verkkoaineisto. bSF. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA1_Tietomallipohjainen_hanke_V_1_0.pdf Luettu 19.2.2018.
- 7 Tietomallinnus 2018. Verkkoaineisto. InfraBIM. http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/index.html Luettu 8.2.2018.
- 8 Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf Luettu 8.2.2018.
- 9 InfraBIM – nimikkeistö 2016. Verkkoaineisto. bSF. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/InfraBIM_nimikkeisto_v1_6.pdf Luettu 15.2.2018.
- 10 Yleiset inframallivaatimukset YIV 2015 – Osa 6 Järjestelemät 2015. Verkkoaineisto. bSF. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA6_Jarjestelmat_V_1_0.pdf Luettu 15.2.2018.
- 11 Avoin tiede ja tutkimus 2018. Verkkoaineisto. Avoin tiede. <https://avointiede.fi/datan-avaaminen> Luettu 15.3.2018.
- 12 Vähätiitto Jussi 2018. Inframodel3-formaatin käyttö koneohjauksen apuna Vt 19 Seinäjoen itäinen ohitustie – hankkeessa. Opinnäytetyö Lapin Ammattikorkeakoulu https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/140479/Vaha-tiitto_Jussi.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu 15.3.2018.

- 13 Uutinen 2017. Verkkoaineisto. bSF. <https://buildingsmart.fi/inframodel4-kayttoon-1-2-2018/> Luettu 15.3.2018.
- 14 Bentley MicroStation 2018. Verkkoaineisto. Bentley. <https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation> Luettu 14.3.2018.
- 15 3D-Win 2018. Verkkoaineisto. 3D-Win. <http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win> Luettu 15.3.2018.
- 16 Mitä on koneohjaus 2018? Verkkoaineisto. Novatron. <http://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/> Luettu 15.3.2018.
- 17 Tien poikkileikkauksen suunnittelu 2013. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-29_tien_poikkileikkauksen_web.pdf Luettu 23.3.2018.
- 18 BuildingSMART 2018. Verkkoaineisto. bSF. <https://buildingsmart.fi/infrabim/> Luettu 15.3.2018.